

СОВРЕМЕННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

ВОЗМОЖНОСТИ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Possibilities of a single information educational environment
for studying physics in a medical university

Ельцов Анатолий Викторович, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры математики, физики и медицинской информатики Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова.

 a.eltsov@rsu.edu.ru

Авачева Татьяна Геннадиевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, физики и медицинской информатики Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова.

 mfmi.rzgm@mail.ru

В статье представлены возможности единой образовательной среды для изучения физики в медицинском вузе. В рамках данной среды могут быть размещены теоретические материалы, восполняющие имеющиеся у студентов вуза пробелы в знаниях курса физики основной школы.

The article presents the possibilities of a single educational environment for studying physics in a medical university. Within the framework of this environment, theoretical materials can be placed that fill the gaps in the knowledge of the physics course available to university students.

Ключевые слова: **единая информационная среда, физика, медицинский вуз.**

Keywords: **single information educational environment, physic, medical university.**

Современная теоретическая и практическая медицина достигла больших успехов, которых невозможно было бы достичь без знаний физики. Развивать медицину можно только повышая уровень фундаментальности этих знаний. Известный физик, врач Томас Юнг (1773-1829) писал "Нет науки, сложностью превосходящей медицину. Она выходит за пределы человеческого разума". Физику во многом создали врачи, а к исследованиям их часто побуждали вопросы, которые ставила медицина.

Многие современные студенты медицинских вузов не понимают, зачем им знание физики. Будущему врачу знать физику необходимо, так как опора на физические законы позволяет изучать функционирование живого организма. Кровообращение тесно связано с работой сердца (механика), генерацией биопотенциалов (электричество), течением жидкости (гидродинамика), распространением упругих колебаний по сосудам (колебания и волны). Дыхание связано с теплообменом (термодинамика), испарением (фазовые превращения). Кроме того, в организме, помимо физических макропроцессов, происходят микропроцессы (молекулярная физика), определяющие в конечном итоге поведение биологических систем. Понимание механизма этих процессов необходимо для корректной оценки состояния организма, природы ряда заболеваний, воздействия лекарственных препаратов. Некоторые физические понятия являются базовыми для понимания строения и функционирования человеческого тела. С позиции общих законов механики, опорно-двигательный аппарат представляет собой систему рычагов: тазобедренный сустав – рычаг I рода, голеностопный сустав – рычаг II рода. Рычаги широко используются и в медицинской инструментари: ножницы различных видов, щипцы, кусачки и др. Методы диагностики базируются на использовании физических принципов: работа медицинского термометра основана на тепловом расширении ртути, в основе устройства фонэндоскопа, используемого при аускультации, лежат свойства колебаний и волн. Физика внедряется в медицину все более ускоренными темпами: лазерная хирургия, ультразвуковые исследования мягких тканей, магнитно-резонансная томография, рентген, операции с помощью гамма-скальпеля. В настоящее время диагностические исследования разной степени сложности и максимально безопасные оперативные малоинвазивные вмешательства можно проводить лишь с использованием современных технических устройств, разрабатываемых и обслуживаемых физиками. Например, разработаны несколько малоинвазивных методик для лечения хронического болевого синдрома, путем воздействия непосредственно на чувствительные нервные окончания, проводящие нервные импульсы, ответственные за болевые ощущения в определенном органе. Одной из таких методик является радиочастотная абляция чувствительных нервных волокон. Суть методики заключается в разрушении чувствительной части нерва ответственного за болевой синдром путем точечного воздействия на него с помощью радиочастотной энергии. В компетенцию врача, не входит настройка и ремонт используемого оборудования, но понимать принципы, лежащие в основе работы устройства, он должен. Современный врач, не понимающий основных физиче-

ских законов, не сможет грамотно работать со сложнейшим диагностическим, клиническим и профилактическим оборудованием, которым оснащены медицинские учреждения.

При этом приходится констатировать недостаточные знания физики у сегодняшних студентов медицинских вузов, так как вступительного экзамена по физике нет, во многих старших профильных классах современной школы изучение физики сведено к минимуму, обязательная сдача единого государственного экзамена по физике для поступления в медицинский вуз не предусмотрена. Недостаточное количество отводимых учебных часов для изучения физики в медицинском вузе не позволяет сформировать необходимые знания и умения будущему специалисту в области медицины. Поэтому большое значение при изучении физики в медицинском вузе имеет правильная организация внеаудиторной самостоятельной работы. Именно в процессе самостоятельной работы студенты имеют возможность использовать специально созданные учебные материалы, размещенные в единой информационной образовательной среде, позволяющие скомпенсировать недостаток имеющихся фундаментальных знаний по физике [2].

Созданные ранее учебники физики для медицинских вузов строились по принципу фундаментализации и профилизации, с опорой на приобретенные фундаментальные знания по физике, полученные в средней школе, и иллюстрацией их возможных применений в медицине. Сегодня из-за отсутствия единой школьной образовательной программы по физике, существования многих индивидуальных личностных траекторий обучения, разнообразных профильных классов невозможно обеспечить преемственность обучения, многие знания необходимые для успешного изучения материала данных учебников либо отсутствуют совсем, либо недостаточны. Требуется разработка специальных электронных учебных методических материалов, раскрывающих смысл изучаемых понятий, механизм протекающих процессов, иллюстрирующих изучаемые физические явления для восполнения необходимых знаний для успешного освоения курса физики в медицинском вузе.

Так приступая в вузе к изучению электрокардиографии, как метода регистрации электрических процессов, протекающих в сердечной мышце при её возбуждении, у студентов предполагается наличие определенных знаний полученных ими из курса физики средней школы. Такие фундаментальные понятия как электрический заряд и электрическое поле не должны вызывать у них затруднений. Задача электрокардиографии оценить работу сердца по биопотенциалам, регистрируемым с поверхности тела человека. Учащимся необходимо пони-

мать, что электрического заряда без частицы не существует, они должны различать основные свойства элементарных частиц, знать строение атома, фиксировать какие частицы являются носителями электрического заряда, иметь представление о пробном электрическом заряде и о том, что вокруг любого заряженного тела существует электрическое поле, знать закон Кулона, основные характеристики электрического поля: напряженность и потенциал. Так как теория электрокардиографического метода исследования основывается на двух концепциях: мембранной теории биоэлектрических явлений и концепции сердечного диполя. То кроме этих знаний у обучаемых должны быть сформированы такие понятия как концентрация, диффузия, пассивный и активный транспорт, деполяризация, реполяризация, диполь, напряженность точечного заряда, потенциал точечного заряда, момент сил, электрическое поле диполя, дипольный момент, разность потенциалов, объемный электрический заряд, токовый диполь. Кроме этих физических знаний требуются знания математики, необходимо уметь фиксировать вектора, различать их направления и точки приложения, находить их проекции на различные оси, определять их величину, выполнять простейшие операции с ними, уметь дифференцировать и интегрировать. Помимо всех этих знаний предполагается также сформированность определенных экспериментальных умений при работе с графиками, с непрерывной разверткой для регистрации кривой на ленте и ее синхронизации с исследуемым сигналом, исследовании амплитудных и временных параметров полученных функций. При работе с современными цифровыми приборами необходимо знать принципы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Сформировать все эти необходимые знания невозможно в объеме отводимого учебного времени на изучение данных вопросов [3].

Именно здесь открываются большие возможности для использования единой информационной образовательной среды вуза. В рамках данной среды могут быть размещены теоретические материалы, восполняющие имеющиеся у студентов вуза пробелы в знаниях курса физики основной школы [2]. Поскольку учащимся трудно воспринимается корректное определение электрического заряда, в первую очередь необходимо показать, в чем отличие заряженных тел от незаряженных, сделать это удобнее всего на примере рассмотрения элементарных частиц – мельчайших неделимых частиц вещества. Необходимо подчеркнуть следующее: некоторые элементарные частицы помимо массы, обладают зарядом. Характер взаимодействия между такими частицами отличается от гравитационного, так как они могут как притягиваться друг к другу, так и отталкиваться. Частицы, которые оттал-

квиваются друг от друга имеют одинаковый знак заряда, а которые притягиваются разный. Электрический заряд не существует сам по себе, частица может не иметь заряда, но заряда без частицы не существует. Элементарные частицы имеют такой заряд, который нельзя уменьшить, разделить. Абсолютное значение зарядов всех элементарных частиц одинаково, элементарные частицы рождаются, исчезают, превращаются друг в друга только парами. Причина сохранения электрического заряда до сих пор до конца не изучена. Так как атомы и молекулы нейтральны, то тело заряжено, если оно содержит избыточное или недостаточное количество элементарных частиц одного знака. Все эти утверждения могут быть проиллюстрированы соответствующими компьютерными слайдами. Далее с помощью динамической компьютерной модели крутильных весов можно исследовать взаимодействие двух неподвижных точечных зарядов (определение точечных зарядов дается по аналогии с определением материальной точки, сравниваются размеры заряженных тел и расстояния между ними). Изменяя величины зарядов и расстояния между ними, проверяется основной закон электростатики – закон Кулона. Многие объекты, которые мы непосредственно воспринять не можем, а можем лишь наблюдать их взаимодействие с другими объектами, становятся наглядными в результате выявления их существенных признаков, при этом каждый студент работает в индивидуальном, присущем ему темпе, рассматривая данную модель с различных сторон. Переходя к рассмотрению электрического поля также с помощью динамических компьютерных слайдов важно показать его действие на помещенные в него электрические заряды. Для примера рассматривают электрическое поле, созданное неподвижным точечным положительным зарядом, выбирают определенную точку пространства вблизи этого заряда и помещают в нее пробный заряд q . Уменьшая этот заряд в 2, 4, 8 и далее раз и помещая его в ту же самую точку поля, каждый раз фиксируют различную силу, действующую на этот заряд со стороны поля, однако отношение этой силы к величине этого заряда для данной точки поля каждый раз остается величиной неизменной и может рассматриваться как силовая характеристика этой точки поля, которую назвали напряженностью. Имеющиеся компьютерные модели позволяют наглядно продемонстрировать, что если поле создано несколькими точечными зарядами, то в определенной точке пространства каждый заряд будет создавать свое поле с заданной напряженностью. Результирующая напряженность совокупности зарядов будет определяться по принципу суперпозиции. Проще всего наглядно продемонстрировать справедливость этого принципа для частного случая, размещая пробный заряд ровно посередине на

линии между двумя одинаковыми зарядами, он будет находиться в равновесии. Также здесь необходимо показать, как рассчитывается значение напряженности в определенной точке электрического поля, созданного точечным зарядом с учетом закона Кулона. Чтобы наглядно представить электрическое поле необходимо в каждой точке пространства провести вектор, длина которого в установленных единицах будет равна силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку. Для графического изображения электрического поля вводят понятие силовой линии. Показывают, что при помощи силовых линий можно изобразить не только направление, но и модуль напряженности электрического поля, для этого силовые линии в пространстве проводят с определенной густотой. Если в какой-либо области пространства плотность линий можно принять за единичную, то в области пространства с напряженностью в N раз большей проводят линии в N раз гуще. Картину силовых линий также можно продемонстрировать с помощью имеющихся моделирующих компьютерных программ. Понятие потенциал самое сложное в электростатике, поэтому ему нужно уделить особое внимание. Вначале показывается, что работа сил электростатического поля носит потенциальный характер, т.е. не зависит от траектории движения заряда, а определяется только его начальным и конечным положением. Причем это справедливо как для однородного электростатического поля (напряженность во всех точках поля одинакова) так и для неоднородного, например, поля созданного точечным электрическим зарядом. Все это иллюстрируется специально подобранными компьютерными слайдами. Если работа силы не зависит от того по какому пути движется тело, то работу таких сил рассчитывают как убыль некоторой величины, которую назвали потенциальной энергией. Такие силы являются потенциальными. Далее рассчитывается потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Как и в механике, величина потенциальной энергии определяется выбором нулевого уровня, так как физический смысл имеет не сама потенциальная энергия, а разность ее значений, определяемая работой поля при перемещении заряда из начального положения в конечное положение. По аналогии с введением понятия напряженности можно с помощью динамических компьютерных слайдов показать, что потенциальная энергия заряда в определенной точке поля зависит от величины этого заряда, однако отношение ее к заряду для данной точки поля остается величиной постоянной, оно является другой характеристикой электрического поля, которую назвали потенциалом. Величина и знак потенциала определяется выбором нулевого уровня. Эта скалярная величина является энергетической характери-

стикой электрического поля. Разность потенциалов в начальной и конечной точке называют напряжением. Напряжение есть работа по перемещению единичного положительного заряда из начальной точки поля в конечную точку. Поверхности, вдоль которых потенциалы равны, называются эквипотенциальными. Главная задача показать связь между скалярной величиной напряжением и векторной величиной напряженностью. Данная связь показывает, что чем меньше изменяется потенциал на расстоянии между исследуемыми точками, тем меньше напряженность этого электростатического поля. Если величина потенциала не изменяется, то напряженность такого поля равна нулю. Напряженность, силовая характеристика электрического поля, наглядна, т.к. силу мы ощущаем непосредственно, но измерить ее трудно. Разность потенциалов, энергетическая характеристика, менее наглядна, но измерить ее легко. Зная разность потенциалов и связь с напряженностью, можно рассчитать соответствующие силы и графически изобразить исследуемое нами поле [3].

Только после усвоения этих фундаментальных понятий можно переходить к рассмотрению динамической системы из отрицательных и положительных объёмных зарядов между возбуждёнными и невозбуждёнными участками ткани живого организма, которую можно рассматривать как электрический диполь с изменяющимся во времени и пространстве дипольным моментом. Наблюдать, как вместе с распространением возбуждения по сердечной мышце перемещается и отрицательный потенциал возбужденных участков от основания до вершины сердца.

Возможности единой информационной образовательной среды позволяют наглядно продемонстрировать объёмные заряды, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Как в отдельной клетке, где возбуждение сопровождается появлением отрицательного заряда на поверхности мембраны, так и в любой другой возбудимой ткани возбужденный участок становится электроотрицательным по отношению к невозбужденному. В этом случае между возбужденным и невозбужденным участками возникает разность потенциалов, которая может быть зарегистрирована. Величина этой разности потенциалов в мышечной сердечной ткани достигает 1-2мВ. Далее с помощью специально подобранных слайдов объясняется, что называется электрическим диполем. Это система, состоящая из двух равных, но противоположных по знаку точечных электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, которое называется плечом диполя. Основной характеристикой диполя является его электрический момент (дипольный момент) вектор, равный произведению

заряда на плечо диполя, направленный от отрицательного заряда к положительному. Помещая диполь в однородное электрическое поле с определенной напряженностью можно наглядно продемонстрировать, что на каждый из зарядов диполя будут действовать противоположно направленные силы равные по модулю. Момент силы, действующий на диполь будет зависеть от электрического момента, ориентации диполя и величины напряженности поля. Находя значение электрического потенциала, созданного диполем в сначала одной удаленной произвольной точке, затем в другой, приходим к выводу пропорциональности созданной разности потенциалов дипольному моменту. Поэтому эту разность потенциалов можно изображать в виде вектора по ходу распространения возбуждения. Так как сердце объемный орган, то в нем имеется множество возбуждающихся участков, и в каждый момент существует множество таких векторов различных по величине и направлению. Их можно суммировать в один результирующий вектор. Обычно суммируют такие векторы в какой-либо определенный промежуток времени, например, в период формирования на электрокардиограмме зубца Р или R. Эти векторы выражают величину и направление вектора дипольного момента сердца при возникновении того или иного зубца. Можно проиллюстрировать, что если напряжение измерять попарно между тремя точками А, В и С, расположенными в вершинах равностороннего треугольника таким образом, что диполь, создающий поле, будет находиться в центре этого треугольника, то эти напряжения будут относиться друг к другу, как проекции вектора дипольного момента на соответствующие стороны треугольника. В. Эйнтховен, рассматривая сердце как источник биотоков в объемном проводнике, предложил концепцию равностороннего треугольника, углы которого образуют три конечности: правая рука, левая рука и левая нога. Проекция нулевой точки центра треугольника, представляющая начало вектора дипольного момента, разделяет каждую сторону треугольника на два компонента: положительный и отрицательный. Каждая сторона треугольника отражает так называемую ось отведения, на которую проектируются положительный или отрицательный компоненты диполя. Если вектор дипольного момента расположить в центре треугольника, а затем спроектировать его на каждую из трех сторон треугольника, то эти проекции воспроизведут разность потенциалов соответствующих отведений. В процессе проведения возбуждения по сердечной мышце вектор дипольного момента меняет свою величину и направление в пространстве (условно считают, что точка приложения вектора остается постоянной) При этом конец вектора описывает три замкнутые линии – петли Р, QRS и Т, которые соответствуют одно-

именным зубцам на кардиограмме. В процессе распространения возбуждения, когда изменяется величина и направление воображаемого диполя, происходит изменение параметров электрического поля на поверхности тела человека. По измерениям разности потенциалов поля можно судить об электрических параметрах самого диполя. С помощью специально подобранных тестовых заданий необходимо дать возможность студентам пробовать и ошибаться, вырабатывая ясное понимание существующих взаимосвязей [4].

Для изучения всех этих вопросов студентами медицинского вуза на учебных занятиях требуется предварительная подготовка, осуществить которую можно во время самостоятельной работы средствами единой информационной образовательной среды.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авачёва Т.Г., Дмитриева М.Н., Ельцов А.В., Кривушин А.А. Информационные технологии в обучении физике и математике студентов фармацевтических специальностей / Психолого-педагогический поиск. 2017. № 1 (41). С. 114-127.
2. Авачева Т.Г. Организация самостоятельной работы студентов с применением системы дистанционного обучения Moodle // В книге «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста» Материалы III Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов. Рязань, 2017. С. 181-183.
3. Ельцов А.В. Интегративный подход как теоретическая основа осуществления школьного физического эксперимента Издательство РГУ имени С.А. Есенина, Рязань, 2007. - 248 с.
4. Медбиофизика: Лабораторный практикум/ Н.В. Буданов, М.В. Силкова/ ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России – Рязань: РИО РязГМУ, 2013. -110 с.